

Tutkintotyö

Klaus Karimo

LOGIIKKAVÄYLÄT, KONFIGUROINTI JA ESIMERKKIOHJELMOINTI

Työn valvoja  
Työn teettäjä  
Tampere 2005

DI Mikko Numminen  
TAMK, ohjaajana ins. Eero Pellikka

## TIIVISTELMÄ

Automaatioväylien kehitys on viime vuosina ollut todella huimaa. Tämä on avannut aivan uusia ulottuvuuksia hyödyntää niitä myös logiikkaympäristössä.

Nykyisin yhä useampi käyttäjä liittää logiikkajärjestelmänsä väylään. Tämä työ käsittelee Omronin valmistamien logiikkaväyläyksiköiden käyttöönottoa ja konfigurointia.

Työn periaatteena on ollut laatia ohjeet, joista selviävät myös väylien tekniikka ja rakenne. Ohjeet on pyritty laatimaan mahdollisimman selkeiksi ja helppokäyttöisiksi, sillä opasta tehtäessä on otettu huomioon eri käyttäjien erilaiset valmiudet työskennellä Omronin laitteiden kanssa.

Työssä käsitellään yksityiskohtaisesti CS1-logiikoiden Ethernet-, ControllerLink- ja DeviceNet-väyläyksiköiden ominaisuudet, konfigurointi ja käyttöönotto. Lopuksi annetaan ohjelmointiesimerkkejä, joiden pohjalta opettajat voivat halutessaan laatia laboratoriotyöohjeen.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Automation Engineering

Karimo, Klaus

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

June 2005

Keywords

PLC-networks, configuration and example programming

37 pages, 6 appendices

MSc. Mikko Numminen

TAMK, Eero Pellikka

PLC network, automation

## ABSTRACT

In last years the development of automation networks has been unbelievably rapid. This has made possible to benefit them in a completely new way also in PLC environments.

Nowadays most users connect their PLC systems into a network. This engineering thesis handles configuration about three different PLC network units manufactured by Omron.

The principle of this thesis is to put together very clear and easily understandable instructions where you can find out also the technology and the structure of the networks.

The thesis handles detailed the specifications and the configuration about Ethernet, ControllerLink and DeviceNet network units of a CS1 Programmable Logic Controller and gives also programming examples related to the network units.

## SISÄLLYSLUETTELO

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| SISÄLLYSLUETTELO .....                                 | 4  |
| 1 JOHDANTO .....                                       | 5  |
| 2 OMRON CORPORATION .....                              | 6  |
| 2.1 Omron Europe B.V. ....                             | 7  |
| 2.2 Omron Electronics Oy.....                          | 7  |
| 3 AUTOMAATIOVÄYLÄT .....                               | 8  |
| 4 OMRON-VÄYLÄRATKAISUT .....                           | 9  |
| 5 DEVICENET .....                                      | 9  |
| 5.1 Väylän tekniikka ja rakenne .....                  | 10 |
| 5.2 DeviceNet-kommunikointi.....                       | 11 |
| 6 CONTROLLER LINK .....                                | 12 |
| 7 CS1W-ETN11-ETHERNET-YKSIKKÖ .....                    | 14 |
| 8 CS1W-CLK21-CONTROLLER LINK-YKSIKKÖ .....             | 23 |
| 9 CS1W-DRM21-DEVICENET-YKSIKKÖ .....                   | 24 |
| 10 LOGIIKKAJÄRJESTELMÄN ESIMERKKIOHJELMOINTI .....     | 28 |
| 10.1 Järjestelmän alkuasetukset ja konfigurointi ..... | 29 |
| 10.2 Esimerkkiohjelma .....                            | 34 |
| 11 YHTEENVETO .....                                    | 35 |
| LÄHDELUETTELO .....                                    | 37 |
| LIITTEET                                               |    |
| 1      Esimerkkiohjelma_1                              |    |
| 2      Esimerkkiohjelma_2                              |    |

## 1 JOHDANTO

Työssä on tavoitteena laatia selkeä konfigurointi- ja käyttöönotto-opas Tampereen ammattikorkeakoulun sähköosaston automaatiotekniikan laboratoriolle Omronin valmistamista CS1W-ETN11 Ethernet, CS1W-CLK21 ControllerLink ja CS1W-DRM21 DeviceNet väyläyksiköistä. DeviceNet-väylään kuuluvat myös DRT1-ID16-1-, DRT1-OD16-1-, DRT1-AD04- ja DRT1-DA02-slave-yksiköt. Tavoitteena on myös rakentaa sellainen opas, jonka pohjalta opettajat voivat laatia opiskelijoille laboratoriotyön aiheen.

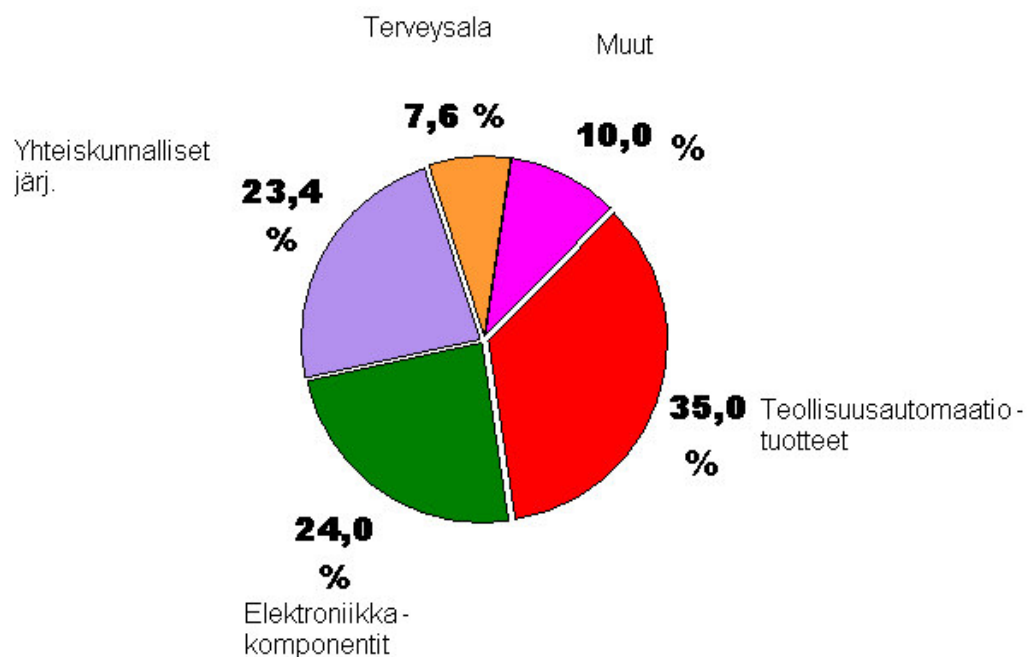
Yhtenä tärkeänä tekijänä tässä oppaassa on tuoda esiin väylien tekniikka, rakenne ja käyttötarkoitus, jotta opiskelijoilla olisi käsitys aiheesta laboratoriotyötä tehdessään. Tosin on tärkeä pitää mielessä, että teoriaan ei paneuduta liian syvällisesti, ettei opiskelijoille muodostu minkäänlaista kynnystä sen opiskelun suhteen.

Opasta tehtäessä on myös tärkeää ottaa huomioon opiskelijoiden käytännön valmiudet työskennellä Omronin laitteiden kanssa. Siksi käyttöönotosta on saatava aikaan mahdollisimman yksinkertainen ja sujuva kuvaus. Tämän takia käytetään suuressa määrin kuvakaappauksia eri ohjelmien määrittelyikkunoista, koska käyttöönotto ja konfiguraatio tapahtuvat suurelta osin tietokoneohjelmien avulla.

## 2 OMRON CORPORATION

Omron Corporation on kasvanut yli 70 vuotta sitten perustetusta kolmen hengen elektroniikkapajasta 25000 ihmistä työllistäväksi maailmanlaajuiseksi suuryhtiöksi. Yhtiön päätoimialoihin kuuluvat nykyisin teollisuusautomaatiotuotteiden, elektroniikkakomponenttien, yhteiskunnallisten järjestelmien ja terveysalan elektronisten tuotteiden valmistus (kuva 1).

Yhtiön perusti Kazuma Tateisi 10.5.1933 ja alkuvuosina se tunnettiinkin Tateisi Electric Manufacturing Corporationina. Vasta toiminnan kasvettua nimeksi muutettiin Omron Corporation. Yhtiön pääkonttori sijaitsee edelleen Kioton kaupungissa Japanissa. Tuotantolaitokset sijaitsevat ympäri maailmaa ja niistä suurin osa (11 kpl) yhä Japanissa.



**Kuva 1** Omronin liikevaihdon jakauma vuonna 2003

## 2.1 Omron Europe B.V.

Omron Europe B.V. on Omron Corporationin alainen yhtiö, jonka tehtävänä on vastata Omronin toiminnasta Euroopassa. Pääkonttori sijaitsee Amsterdamissa Hollannissa. Yhtiöllä on teollisuusautomaatiotuotteita valmistavat tehtaat Hollannissa, Saksassa ja Englannissa sekä tuotekehityskeskukset Hollannissa ja Englannissa. Yhtiö työllistää nykyään yhteensä noin 2000 työntekijää ja sillä on 19 tytäryhtiötä eri Euroopan maissa. Tytäryhtiöiden tehtävänä on myydä ja markkinoida Omronin tuotteita paikallisesti omilla myyntialueillaan.

## 2.2 Omron Electronics Oy

Vuonna 1986 perustettiin Suomeen Omron Europe B.V.:n tytäryhtiö, nimeltä Omron Electronics Oy. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Espoossa ja aluetoimistot sijaitsevat Tampereella, Lahdessa, Vaasassa, Kuopiossa, Lahdessa ja Moskovassa. Suomen lisäksi yrityksen myyntialueena on Baltian maat, Venäjä, Valko-Venäjä, Ukraina ja Kazakstan. Näiden lisäksi yrityksellä on kattava jälleenmyynti ja partneriverkosto myyntialueellaan.

Yrityksellä on oma seitsenhenkinen teknisen tuen osasto, jonka pääasiallisena tehtävänä ovat asiakaskoulutukset ja asiakkaiden tekninen neuvonta.

Omron Electronics Oy edustaa Suomessa ainoastaan Omronin teollisuustuotteita ja työllistää yhteensä 50 henkilöä.

### 3 AUTOMAATIOVÄYLÄT

Väyläratkaisuja käytetään useimmiten automaatiojärjestelmien tai ohjelmoitavien logiikoiden yhteydessä, kun ilmenee tarve siirtää tai hajauttaa tietoa laitteilta toisille. Nykysuuntaus teollisuudessa on yrittää liittää jokainen yksittäinen ohjauskomponentti väylään. Tämä mahdollistaa kokonaisten teollisuuslaitoksien vaivattoman hallinnan ja myös laitoksien helpon laajennettavuuden tarvittaessa, sillä uudet laitteet pystytään liittämään pienellä työllä jo olemassa olevaan väylään.

Automaatioväylät jaetaan karkeasti kahteen ryhmään, ylemmän ja alemman tason väyliin.

Ylemmän tason väylät ovat tarkoitettu siirtämään suuria määriä ohjaus- ja tiladataa. Esimerkiksi Ethernet luetaan ylemmän tason väyläksi.

Alemman tason väylät ovat niin sanottuja kenttäväyliä, joissa taas siirretään pieniä määriä input- ja output-dataa, eli niin sanottua I/O-dataa. Tyypillisiä kenttäväyliä ovat eurooppalainen Profibus ja yhdysvaltalainen DeviceNet. Kenttäväylille on tavanomaista, että niiden määrittelyjä valvoo valmistajasta riippumaton organisaatio, jonka tehtävänä on taata avoin kenttäväyläspesifikaatio. Tämä mahdollistaa eri valmistajien laitteiden yhteen liitettävyyden väylään.



#### 4 OMRON-VÄYLÄRATKAISUT

Omron tukee tätä nykyä normaalien sarjaväylien lisäksi kuutta erilaista väyläratkaisua: Ethernet, ControllerLink, CAN, Profibus DP, DeviceNet ja Compobus/S. Näille väylille Omron valmistaa niin sanottuja master- ja slave-väyläyksiköjä tai muita yksiköjä, joilla pystytään ohjaamaan kyseisiä väyliä. Master-kortille tehdään myös väylän ominaisuuksiin liittyvät määrittelyt, kuten tiedonsiirtonopeus jne. Master-yksikkö on lähes poikkeuksetta ohjelmoitavaan logiikkaan liitettävä väyläkortti, jolla hallitaan väylää. Slave-yksikön tehtävänä on antaa tietoa masterille ja totella masteria. Näistä eri väylistä Ethernet, CAN ja Controller Link ovat sen kaltaisia, että ne eivät tarvitse erillisiä master- ja slave-yksiköitä pystyäkseen kommunikoimaan.

Näistä edellä mainituista väylistä Ethernet ja Controller Link ovat ylemmän tason väyliä ja Profibus DP, DeviceNet ja Compobus/S alemman tason väyliä (kenttäväyliä). CAN-väylä on ohjausväylä, jota pitkin voidaan siirtää myös I/O-dataa.

#### 5 DEVICENET

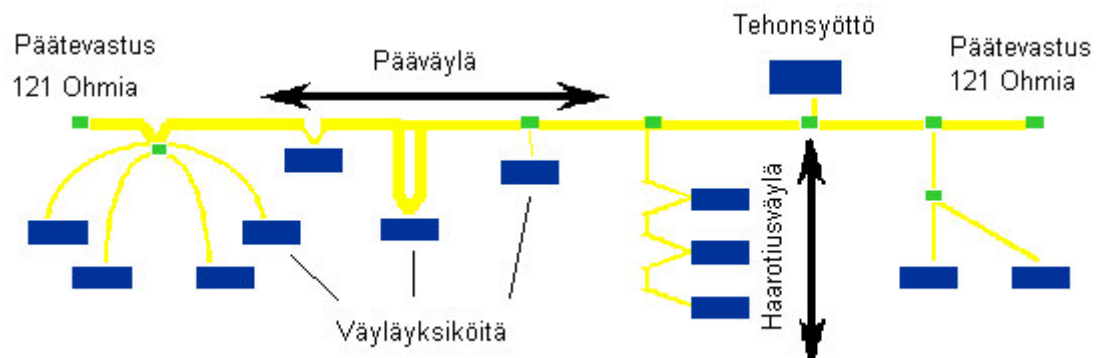
DeviceNet on siis avoin kenttäväylä, joka mahdollistaa eri valmistajien laitteiden yhteen liitettävyyden I/O-hajautuksessa ja myös ohjauslaitteiden yhdistämisessä. DeviceNet-väyläspesifikaatiota valvoo ODVA, Open DeviceNet Vendor Association.

DeviceNet on Omronin ensisijainen valinta kenttäväyläratkaisuksi. Sen takia väylän tuotevalikoima on erittäin laaja ja tekninen osaaminen on tasokasta.

### 5.1 Väylän tekniikka ja rakenne /3/

DeviceNet käyttää CAN-tekniikkaa hyväkseen. Verkon rakenne on puumainen, eli siinä on pääväylä, jossa voi olla haaroja (kuva 2). Väylä päätetään molemmista päistä 121 ohmin vastuksilla. Väylän kaapelointi toteutetaan kaksiparisella STP-kaapelilla. STP-kaapeli on parikierrettyä kaapelia jossa kumpikin pari on suojattu erikseen eristefoliolla. Toinen pari on datasiirtoa varten ja toinen kommunikointipiirien tehonsyöttöä varten.

Väylään voidaan sijoittaa yksi tai useampi master-yksikkö, ja niiden fyysinen sijainti väylässä on vapaasti valittavissa.



**Kuva 2** DeviceNet-väylän rakenne

Väylän yksiköitä sanotaan noodeiksi ja niiden enimmäismäärä väylässä on 64 kappaletta. Noodit erotellaan toisistaan noodinumeroilla, jotka ovat väliltä 0 - 63. Sama noodinumero saa esiintyä väylässä vain kerran.

DeviceNet väylä joudutaan yleensä konfiguroimaan erillisellä konfigurointiohjelmistolla. Omronin DeviceNet master -yksiköt ovat tässä suhteessa poikkeuksellisia, sillä ne pystyvät kommunikoimaan väylän noodien

kanssa ilman konfigurointia. Masterit pystyvät automaattisesti tunnistamaan väylästä kaikki eri noodit, niiden kommunikointitavat ja tämän jälkeen aloittamaan kommunikoinnin niiden kanssa. Konfigurointiohjelmistoa tarvitaan myös Omronin mastereiden kanssa silloin, kun halutaan käyttää muitakin kuin noodien oletuskommunikointitapoja tai kun väylässä on useampi kuin yksi master. DeviceNet-väylän tiedonsiirtonopeudet ovat 125, 250 ja 500 kbps.

## 5.2 DeviceNet-kommunikointi /3/

DeviceNet on kytkentäpohjainen protokolla, eli kommunikoinnissa varmistetaan aluksi, että kohdenoodi on saatavilla. Master kysyy slave-noodeiltaan aluksi, millaisia kommunikointitapoja slave-noodi käyttää ja kuinka paljon se kuluttaa ja tuottaa tavuja etä-I/O-kommunikoinnissa. Master-yksiköiden oletusasetuksissa etä-I/O:n kommunikointialueiden laajuus on 64 tulo- ja lähtösanaa, eli master varaa yhden tulo- ja lähtösanan noodia kohden. Slave-noodit varaavat useimmiten kumminkin enemmän kuin yhden sanan, eli esim. jos slave-noodi varaa neljä tulo- ja lähtösanaa, varaa se myös neljä noodinumeroa. Toisin sanoen tämänkaltaisia slave-noodeja pystytään asentamaan väylään ainoastaan 15 kpl, jos masterilla on oletusasetukset käytössä.

Väylän I/O-kommunikointi voi tapahtua kahdella eri tavalla, etä-I/O-kommunikoinnilla tai eksplisiittisillä viesteillä. Näitä kahta eri tapaa voidaan käyttää samanaikaisesti.

Etä-I/O-kommunikointia on neljää eri tyyppiä, pollaus, COS, Bit-Strobe ja Cyclic. Näistä neljästä pollaus on eniten käytetty kommunikointitapa ja muilla voidaan lähinnä tehostaa kommunikointia. Pollauksessa kommunikointi tapahtuu master-noodin aloitteesta, eli ts. master-noodi lähettää kyselyn ja slave-noodi vastaa. Master pollaa läpi kaikki väylän noodit ja tämän jälkeen alkaa kierroksen alusta. Tätä kiertoon kuluva aikaa kutsutaan kiertoajaksi eli syklikksi.

COS-ominaisuuden avulla voidaan masterilta lähettää tietoa slave-noodeille kesken kommunikointisyklin. Bit-Strobe-ominaisuudessa master lähettää virkistyspyynnön slave-noodeille. Cyclic-kommunikoinnissa määritetään pollauksen kiertoaika vakioksi masterille.

Eksplisiittiset viestit mahdollistavat tapahtumapohjaisen kommunikoinnin sen kaltaisille tiedoille, jotka eivät siirry normaalissa etä-I/O-kommunikoinnissa. Tämä datan siirto tapahtuu tietyillä viestikäskyillä logiikkaohjelmasta käsin. Näin ollen voidaan tapahtumapohjaisesti siirtää väylää pitkin erilaisia ohjauskäskyjä ja konfigurointiarvoja, kuten esimerkiksi taajuusmuuttajan parametrien arvoja.

## 6 CONTROLLER LINK /2/

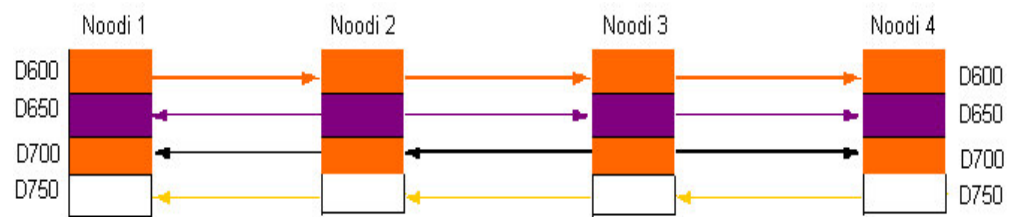
Controller Link on Omronin ylemmän tason ohjausväylä, jota käytetään, kun halutaan kytkeä logiikoita tai valvomotietokoneita toisiinsa. Väylällä voidaan siirtää tietoa suuria määriä ja tiedonsiirto on nopeaa.

Noodien maksimi lukumäärä väylässä on 32, ts. väylän avulla on mahdollisuus liittää 32 ohjelmoitavaa logiikkaa toisiinsa. Väylä on fyysiseltä topologiaaltaan väylämäinen, ja siihen ei voi tehdä haaroituksia. Kaapeloinnissa käytetään parisuojattua kaapelia tai optokuitua. Väylä päätetään päätevastuksilla molemmista päistä ja kommunikointinopeus on enimmillään 2 Mbps.

Controller Linkissä laitteet voivat kommunikoida toistensa kanssa automaattisesti Datalink-ominaisuuden avulla tai vaihtoehtoisesti tapahtumapohjaisesti FINS-käskyillä. Näiden lisäksi RAS-palveluiden avulla saadaan tilatiedot väylästä kaikille sen noodeille. RAS suorittaa reaaliaikaista monitorointia verkon tilasta. Virheen sattuessa RAS-toiminto tallentaa ja välittää virhetietojen sisällön verkon muille noodeille.

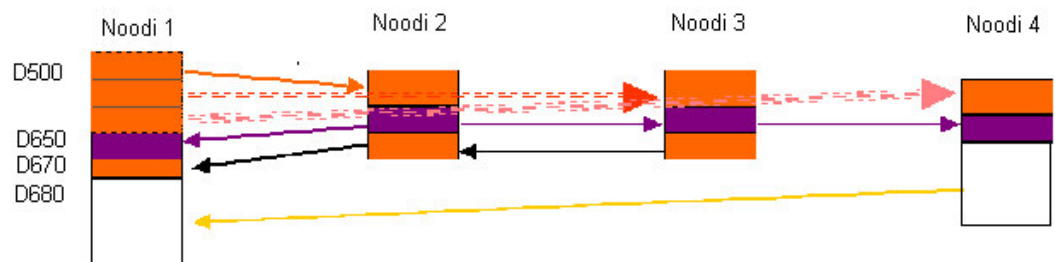
Datalink-ominaisuutta on kahta eri tyyppiä: automaattinen ja manuaalinen.

Automaattisessa moodissa Datalink-määrittelyt tehdään vain yhteen noodiin, ja kaikki noodit lähettävät ja vastaanottavat saman verran dataa kaikista Datalinkin noodeista (kuva 3).



**Kuva 3** Datalink-automaattimoodissa kaikki noodit lähettävät ja vastaanottavat jokaiselta noodilta 50 sanaa

Manuaalisessa moodissa määrittelyt tehdään jokaiseen datalinkin noodiin erikseen, tällöin eri noodit pystyvät lähettämään ja vastaanottamaan eri määrän dataa määritellyistä noodeista (kuva 4).



**Kuva 4** Datalink-ominaisuus manuaalimoodissa

Logiikkaohjelmasta käsin suoritettavissa kommunikoinneissa voidaan käyttää kolmea eri FINS-käskyä: RECV-, SEND- ja CMND-käskyjä. RECV-käskyllä luetaan dataa toisesta logiikasta ja SEND-käskyllä lähetetään dataa toiseen logiikkaan. FINS-kommunikointia voidaan tehdä myös CMND-käskyllä, joka suorittaa käskyssä määritellyn FINS-komennon.

FINS-kommunikointi on Omronin kehittämä kommunikointiprotokolla, jonka avulla Omronin eri laitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään. FINS-kommunikointi tapahtuu FINS-komennoilla. Komennoilla pystytään esimerkiksi lukemaan haluttu muistialue toisesta logiikasta.

## 7 CS1W-ETN11-ETHERNET-YKSIKKÖ /1/

### Yksikön ominaisuudet

CS1W-ETN11-yksikkö on tarkoitettu Omronin CS1-logiikkaan kytkettäväksi, kun logiikka halutaan liittää Ethernet-verkkoon. Yksikön nimellisa nopeus on 10 Mbps ja se pystytään liittämään suoraan 10BASET-verkkoon, jonka rakenne mahdollistaa tietoliikenteen salaamisen. Yksikkö on ns. CPU-väyläyksikkö, joita voi asentaa vain tietty määrä yhtä logiikkaa kohden. Ethernet-yksikköjä voidaan asentaa neljä kappaletta yhteen logiikkaan.

Tavallisesti Ethernet-yhteyttä käytetään, kun halutaan logiikkaan etäohjelmointimahdollisuus, mutta CS1W-ETN11-yksikkö tukee myös seuraavia hyödyllisiä tietoliikenneominaisuuksia:

- TCP/IP-socket (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol)
  - o TCP/IP on monen tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöinnissä. IP-protokolla on alemman tason protokolla, joka vastaa päätelaitteiden osoittamisesta ja pakettien reitittämisestä verkossa. TCP-protokolla toimii IP-protokollan päällä ja huolehtii

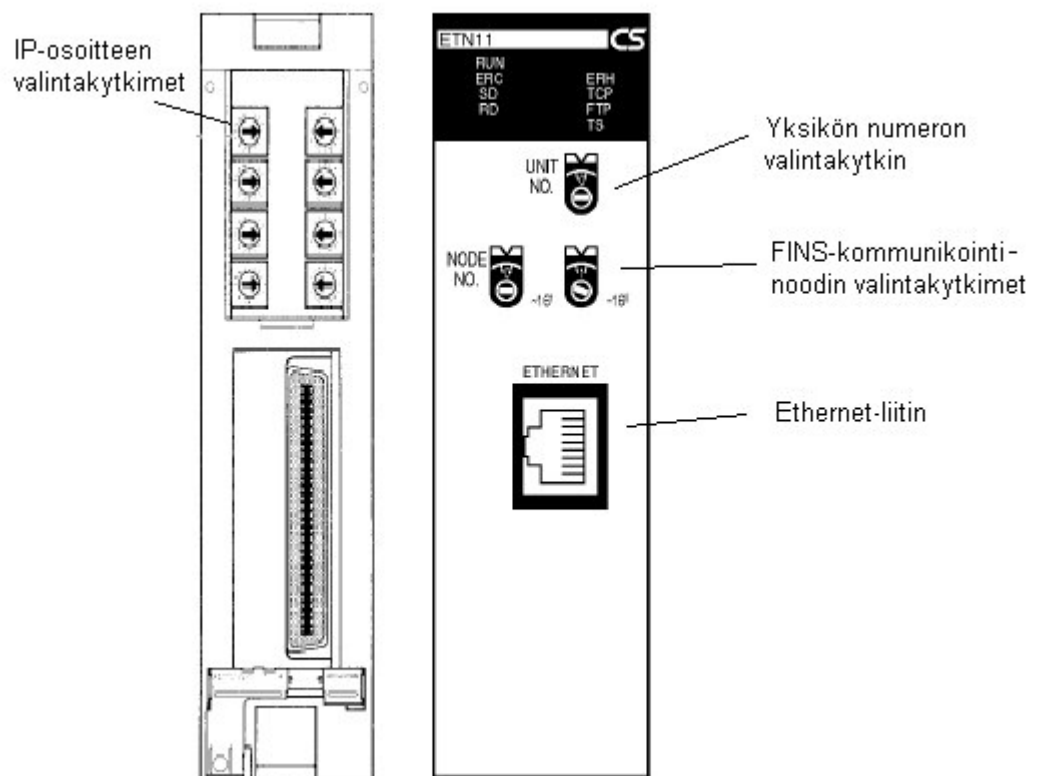
- kahden päätelaitteen tiedonsiirtoyhteydestä, lähetyspakettien järjestämisestä ja hukkuneiden pakettien uudelleenlähetyksestä.
- Socket on TCP/IP-verkon käyttöön tarkoitettu ohjelmointirajapinta.
  - UDP/IP-socket (User Datagram Protocol/Internet Protocol)
    - Muuten samankaltainen protokolla kuin TCP/IP, mutta pakettien perillemenoa ei varmisteta. Tämä mahdollistaa entistä suuremman nopeuden kommunikoinnissa.
  - FINS-komennot
    - FINS-kommunikointi on tarkoitettu pelkästään Omronin tuotteiden välisiin yhteyksiin.
  - FTP-tiedostojen siirto
    - Mahdollistaa tiedostojen siirtämisen logiikan muistikortilta toiselle muistikortille.
  - Email
    - Yksiköllä pystytään lähettämään sähköpostia käyttäjän määrittelemään sähköpostiosoitteeseen. Sähköposti voi sisältää mm. virhetietoa tai muuta käyttäjän haluamaa tietoa logiikalta.

#### Yksikön käyttöönotto ja konfigurointi

Ensimmäiseksi, kun yksikkö vielä on irti logiikan pohjalevystä, määritellään yksikön takaa kiertokytkimillä haluttu IP-osoite (kuva 5). IP-osoite on numerosarja, jonka perusteella lähetetyt paketit löytävät perille. Numerosarja on 32-bittinen ja se jakautuu neljään osaan ja yksikössä kukin osa määritellään kahdella kiertokytkimellä. Tämä tarkoittaa sitä, että kytkimillä annetut luvut ovat heksadesimaalimuodossa, eli aluksi haluttu IP-osoite on muunnettava normaalista kymmenkantaisesta desimaaliluvusta 16-kantaiseksi heksadesimaaliluvuksi. IP-osoitteen 32 bittiä jaetaan verkko- ja laiteosaan. Bittien määrä osissa riippuu IP-osoitteen luokituksesta. Yksikkö tukee A-, B-, ja C-luokan IP-osoitteita. A-luokan IP-osoitteella verkko-osa on seitsemänbittinen ja laiteosa 24-bittinen, B-luokan osoitteella verkko-osa on 14-bittinen ja laiteosa 16-bittinen ja C-luokan IP-osoitteella verkko-osa on 21-bittinen ja laiteosa on kahdeksanbittinen. Esimerkiksi C-luokan osoite voi olla muotoa 192.168.10.2. Tästä viimeinen osa on siis laiteosa,

joka määrää laitteen numeron kyseisessä verkossa. Ensimmäiset kolme osiota ovat verkko-osia, jotka määräävät verkon numeron. Koska C-luokan osoitteen laiteosa on kahdeksanbittinen, voidaan tällöin yhteen verkkoon kytkeä enimmillään 254 laitetta.

IP-osoitteen määrittämisen jälkeen annetaan yksikön edestä olevista kahdesta kiertokytkimestä FINS-kommunikoinnin noodinumero. Tätä numeroa tarvitaan, kun käytetään FINS-palveluita. Jos on mahdollista, numero olisi hyvä asettaa samaksi kuin IP-osoitteen laiteosa. Tällöin voidaan käyttää automaattista FINS/IP-osoitekonversiota, kun kommunikoidaan FINS-komennoilla Ethernet-verkossa.



**Kuva 5** CS1W-ETN11-yksikkö edestä ja takaa sekä eri valintakytkimien selitykset

Vielä määritellään yksikön numero (unit number) ja se asetetaan arvoon, jota ei muilla logiikan väylä- tai SCU-sarjaliikenneyksiköillä ole. Yksikön numeron perusteella määräytyvät sen käyttämät CIO- ja D-osoitteet logiikassa (taulukko 1)



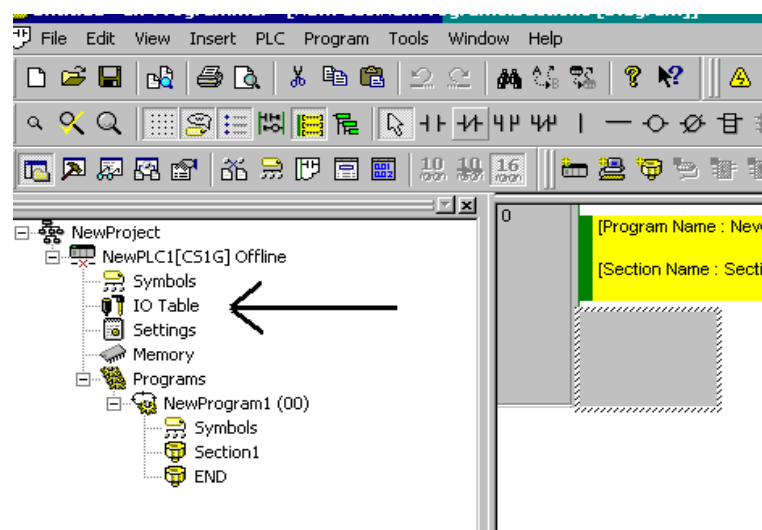
**Taulukko 1** CIO- ja D-muistialueiden määrytyminen yksikön numeron mukaan  
/1/

| Unit No.<br>(decimal) | Allocated words      | Unit No.<br>(decimal) | Allocated words      |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 0 (0)                 | CIO 1500 to CIO 1524 | 8 (8)                 | CIO 1700 to CIO 1724 |
| 1 (1)                 | CIO 1525 to CIO 1549 | 9 (9)                 | CIO 1725 to CIO 1749 |
| 2 (2)                 | CIO 1550 to CIO 1574 | A (10)                | CIO 1750 to CIO 1774 |
| 3 (3)                 | CIO 1575 to CIO 1599 | B (11)                | CIO 1775 to CIO 1799 |
| 4 (4)                 | CIO 1600 to CIO 1624 | C (12)                | CIO 1800 to CIO 1824 |
| 5 (5)                 | CIO 1625 to CIO 1649 | D (13)                | CIO 1825 to CIO 1849 |
| 6 (6)                 | CIO 1650 to CIO 1674 | E (14)                | CIO 1850 to CIO 1874 |
| 7 (7)                 | CIO 1675 to CIO 1699 | F (15)                | CIO 1875 to CIO 1899 |

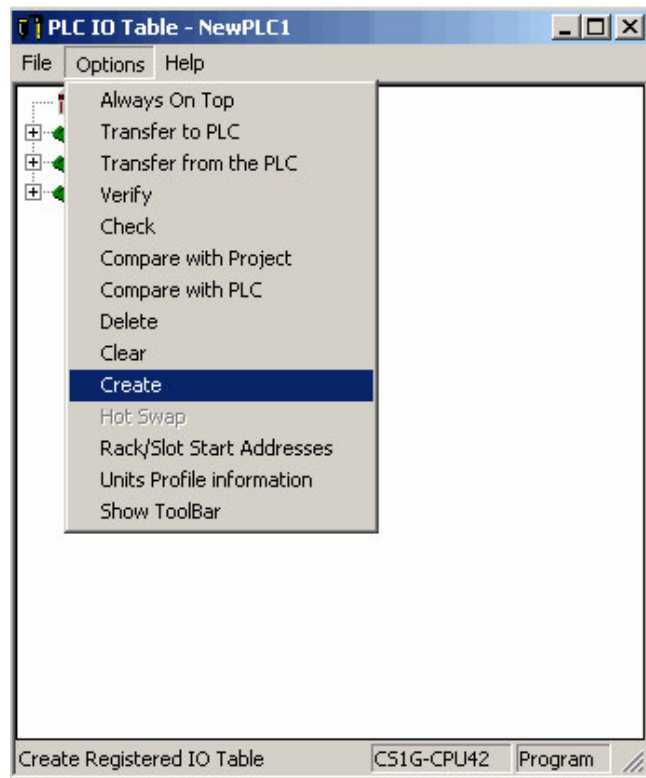
| Unit No.<br>(decimal) | Allocated words  | Unit No.<br>(decimal) | Allocated words  |
|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| 0 (0)                 | D30000 to D30099 | 8 (8)                 | D30800 to D30899 |
| 1 (1)                 | D30100 to D30199 | 9 (9)                 | D30900 to D30999 |
| 2 (2)                 | D30200 to D30299 | A (10)                | D31000 to D31099 |
| 3 (3)                 | D30300 to D30399 | B (11)                | D31100 to D31199 |
| 4 (4)                 | D30400 to D30499 | C (12)                | D31200 to D31299 |
| 5 (5)                 | D30500 to D30599 | D (13)                | D31300 to D31399 |
| 6 (6)                 | D30600 to D30699 | E (14)                | D31400 to D31499 |
| 7 (7)                 | D30700 to D30799 | F (15)                | D31500 to D31599 |

Nyt voidaan asentaa yksikkö logiikkaan ja kytketään sähköt. Otetaan normaalisti CX-programmer-ohjelmointiohjelmalla sarjaportin kautta yhteys logiikkaan. Avataan Workspace-ikkunasta I/O-table-editori (kuva 6).



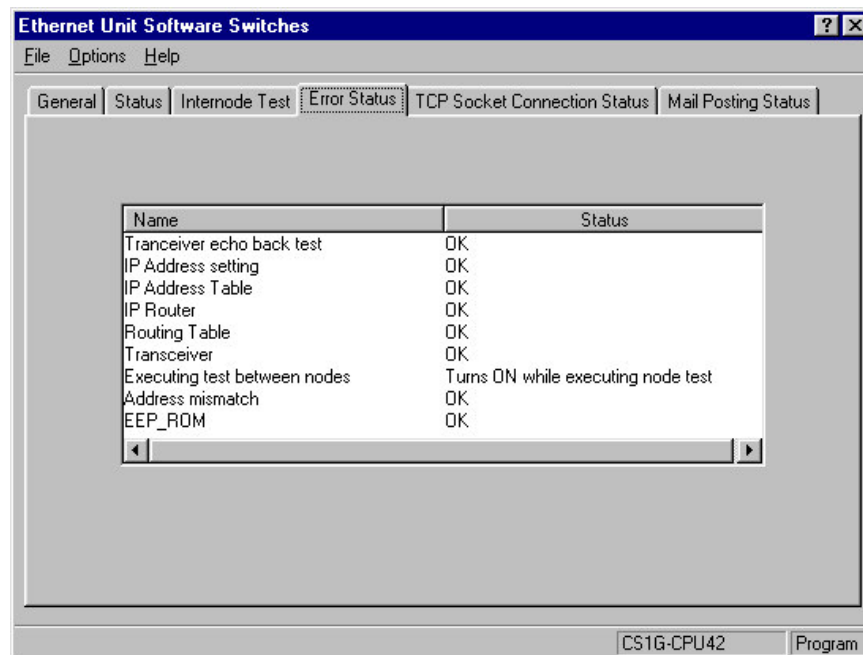
**Kuva 6** I/O-Table-editor

I/O-Table-editori-ikkunasta valitaan Options-valikosta kohta Create, jolloin logiikalle luodaan I/O-taulu (kuva 7). Logiikan on oltava program-tilassa, jotta I/O-taulun luonti onnistuu.



**Kuva 7** I/O-taulun luonti logiikalle

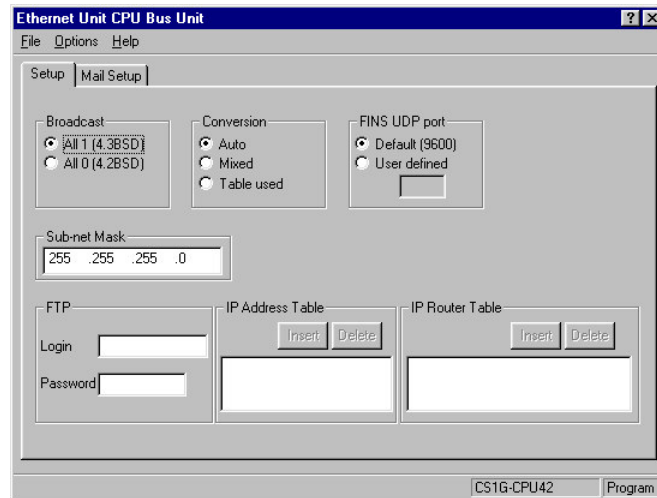
Tämän jälkeen I/O-editori-ikkunaan pitäisi olla ilmestynyt pelkästään Ethernet-yksikkö, jos oletetaan, että logiikkaan ei ole asennettu muita yksiköjä. Seuraavaksi tarkistetaan yksikön mahdolliset virheet klikkaamalla hiiren oikealla painikkeella Ethernet-yksikön päällä ja valitsemalla Software Switches. Auenneesta ikkunasta valitaan Error Status -välilehti (kuva 8).



**Kuva 8** Software Switches -ikkunan Error Status -välilehti

Kun on varmistettu, ettei yksikössä ole virheitä, valitaan I/O-tilueditorista Ethernet-yksikön pikavalikosta kohta Unit Setup. Sieltä määritellään FINS-osoitteiden konversiomoodi, UDP-liikenteen porttinumero, ja jos tarvitaan niin, aliverkon peite. Asetteluissa UDP-porttinumerolla tarkoitetaan tietokoneen varaamaa porttia UDP-liikenteelle. Se on yleensä jokaisessa tietokoneessa oletusasetuksena 9600. Aliverkon peitettä tarvitaan, jos on tarve jakaa iso verkko aliverkkoihin. Peite määrää IP-osoitteen verkko-osan pituuden ja mihin verkkoon laite kuuluu.

FINS-noodinumero tulisi siis pyrkiä asettamaan samaksi kuin IP-osoitteen jälkimmäinen osa. Tällöin voidaan konversiomoodiksi valita Auto (kuva 9).

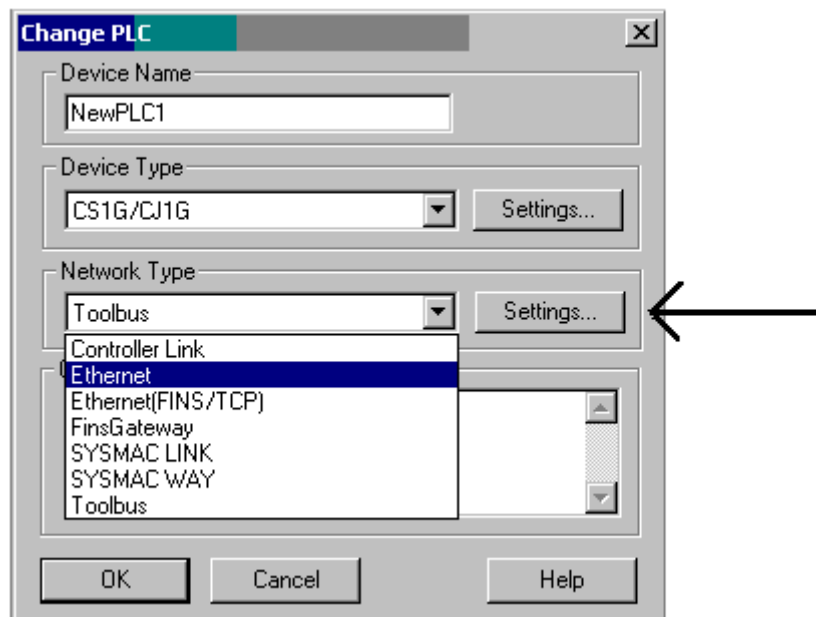


**Kuva 9** Unit Setup -ikkuna

Kaikissa tapauksissa tämänkaltainen asettelu ei ole kuitenkaan mahdollista kaikille noodeille tai osalle noodeista verkossa. Silloin joudutaan konversiomoodiksi valitsemaan Table Used tai Mixed. Table Used -moodissa määritellään konversiotauluun jokaiselle FINS-noodille, johon halutaan kommunikoida, vastaava IP-osoite. Konversiotauluun voi enimmillään määrittellä 32 osoitetta. Mixed-moodi on yhdistelmä Auto- ja Table Used -moodista, ts. jos konversiotaulusta ei löydy noodia, sitten noodille käytetään automaattista konversiota.

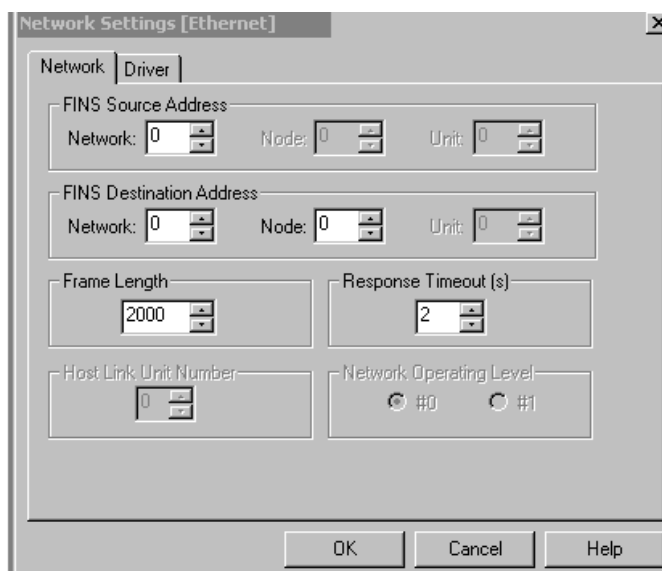
Näiden asetteluiden jälkeen ladataan asetukset logiikkaan Unit Setup -ikkunan Options-valikosta ja valitsemalla kohta Transfer to PLC. Tämän jälkeen kytketään irti logiikan syöttöjännite ja kytketään se takaisin. Tällä tavalla tehdään yksikölle ns. sähköinen resetointi, minkä jälkeen kaikki tehdyt asetukset astuvat voimaan. Nyt yksikköön on tehty kaikki tarpeelliset asettelut, ja voidaan siirtyä kokeilemaan Ethernet-yhteyttä.

Vaihdetaan CX-Programmerin Change PLC -ikkunasta verkkotyypiksi Ethernet ja klikataan Settings-painiketta (kuva 10).



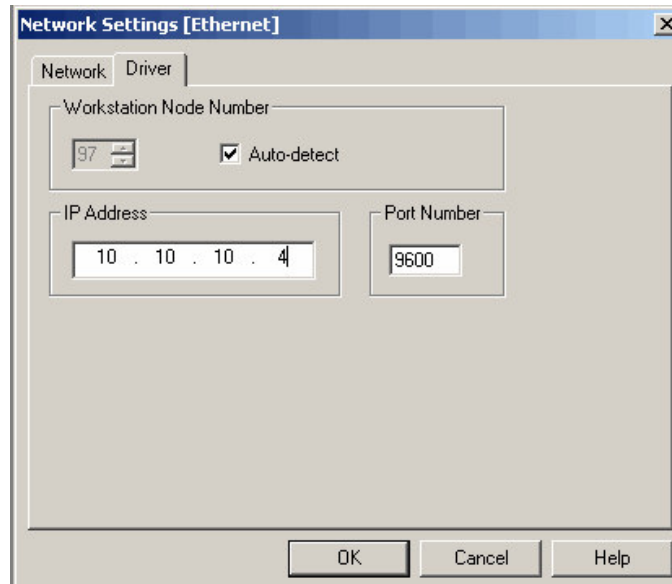
**Kuva 10** Change PLC -ikkuna

Avautuneelta Network-välilehdeltä määritellään FINS-verkkonumero, joka tässä vaiheessa on vielä nolla, ja annetaan FINS-noodinumero, joka määriteltiin jo yksikön kiertokytkimillä. (kuva 11).



**Kuva 11** Network-välilehti

Vielä on annettava Driver-välilehdeltä yksikön IP-osoite. Työaseman noodinumero (Workstation Node Number) määräytyy tietokoneen verkkokortin osoitteen perusteella (kuva 12).



**Kuva 12** Driver-välilehti

**Taulukko 2** Ethernet-yksikön merkkivalojen merkitykset /1/

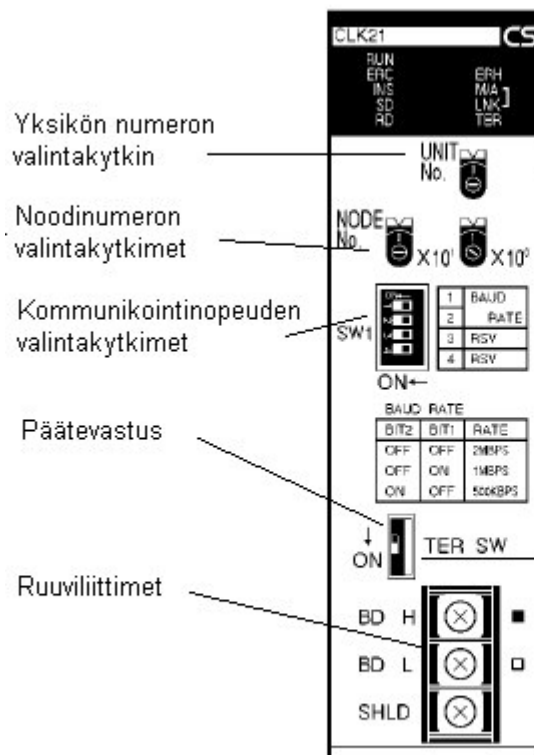
| Indicator                                   | Color  | Status   | Meaning                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------|--------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RUN                                         | Green  | Not lit  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Operation stopped.</li> <li>Hardware error.</li> </ul>                                                                                                                                                    |
|                                             |        | Lit      | Normal operation.                                                                                                                                                                                                                                |
| P/S<br>(Power Supply)<br>(CS1W-ETN01 only.) | Green  | Not lit  | Power is not being supplied to the transceiver.                                                                                                                                                                                                  |
|                                             |        | Lit      | Power is being supplied to the transceiver.                                                                                                                                                                                                      |
| ERC<br>(Ethernet Unit Error)                | Red    | Not lit  | Unit normal.                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                             |        | Lit      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Node number not between 1 and 126.</li> <li>A hardware (e.g., internal memory) error has occurred.</li> </ul>                                                                                             |
|                                             |        | Flashing | An illegal IP address has been set. With automatic address generation, the rightmost two digits of the IP address do not match the node number. (Refer to <i>Setting the Local IP Address</i> .) This error is generated for the CS Series only. |
| ERH<br>(PC Error)                           | Red    | Not lit  | PC normal.                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                             |        | Lit      | <ul style="list-style-type: none"> <li>A PC error has occurred.</li> <li>An error exists in I/O table, unit number, system data, or routing table settings.</li> </ul>                                                                           |
|                                             |        | Flashing | An illegal IP address has been set. With automatic address generation, the rightmost two digits of the IP address do not match the node number. (Refer to Section 4-2-1 <i>Settings</i> .) This error is generated for the CJ Series only.       |
| SD<br>(Send Data)                           | Yellow | Not lit  | Not sending data. (Ready to send.)                                                                                                                                                                                                               |
|                                             |        | Lit      | Sending data.                                                                                                                                                                                                                                    |
| RD<br>(Receive Data)                        | Yellow | Not lit  | Not receiving data. (Ready to receive.)                                                                                                                                                                                                          |
|                                             |        | Lit      | Receiving data.                                                                                                                                                                                                                                  |
| TCP<br>(TCP Socket in Use)                  | Yellow | Not lit  | None of the eight TCP sockets provided for socket services is in use.                                                                                                                                                                            |
|                                             |        | Lit      | At least one of the eight TCP sockets provided for socket services is in use.                                                                                                                                                                    |

## 8 CS1W-CLK21-CONTROLLER LINK-YKSIKKÖ /2/

### Yksikön käyttöönotto ja konfigurointi

CS1W-CLK21-yksikkö on myös CPU-väyläyksikkö ja niitä voidaan asentaa vain neljä kappaletta yhteen logiikkaan. Ensimmäiseksi asetellaan yksikön numero arvoon 0-F (heksadesimaaliluku), niin ettei se ole sama kuin muilla CPU-väyläyksiköillä (kuva 13). Tämän jälkeen on asetettava yksikön noodinumero välille 0 - 32. Samaa noodinumeroa ei saa esiintyä kahta kertaa samassa väylässä.

Nyt asetetaan yksikön kommunikointinopeus samaksi kuin muissa väylän yksiköissä. Jos kyseessä on väylän päätenoodi, asetetaan päätevastus päälle.



**Kuva 13** CS1W-CLK21-yksikkö

Nyt voidaan kytkeä sähköt logiikkaan ja luoda CX-Programmer ohjelmalla I/O-  
taulu. CS1W-CLK21-yksikölle ei tarvitse tehdä erikseen määrittelyjä I/O-  
taulun asetuksissa. Jos näiden kaikkien asettelujen jälkeen INS-merkkivalo palaa, on väylä  
toimintakuntoinen. Kuvassa 16 on laajemmin selitetty eri merkkivalojen  
toimintailmaisut. Huomioitavaa taulukossa on, että PC-sanalla tarkoitetaan tässä  
tapauksessa logiikkaa eikä tietokonetta.

**Taulukko 3** Controller Link -yksikön merkkivalojen selitykset /2/

| Name                                 | Color  | Status   | Meaning                                                                                             |
|--------------------------------------|--------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RUN<br>(operating)                   | Green  | Lit      | Unit operating normally.                                                                            |
|                                      |        | Not lit  | Unit error.                                                                                         |
| ERC (communica-<br>tions error)      | Red    | Lit      | Communications error, node address<br>setting error (same address set twice), or<br>hardware error. |
|                                      |        | Not lit  | Normal operation                                                                                    |
| ERH<br>(PC error)                    | Red    | Lit      | PC error, PC interface error, EEPROM<br>error, unit number error, or I/O table not<br>set           |
|                                      |        | Not lit  | No error.                                                                                           |
| INS<br>(network participa-<br>tion)  | Yellow | Lit      | Unit is participating (inserted) in the net-<br>work.                                               |
|                                      |        | Not lit  | Unit is not participating (inserted) in the<br>network.                                             |
| SD<br>(send)                         | Yellow | Lit      | Data transmission.                                                                                  |
|                                      |        | Not lit  | No data transmission.                                                                               |
| RD<br>(receive)                      | Yellow | Lit      | Data reception.                                                                                     |
|                                      |        | Not lit  | No data reception.                                                                                  |
| M/A<br>(data link mode)              | Yellow | Lit      | Manual<br>(see note)                                                                                |
|                                      |        | Not lit  | Automatic                                                                                           |
| LNK<br>(data link)                   | Yellow | Lit      | Data links participating.                                                                           |
|                                      |        | Flashing | Error in data link table.                                                                           |
|                                      |        | Not lit  | Not in a data link or data link inactive.                                                           |
| TER<br>(terminating resis-<br>tance) | Yellow | Lit      | Terminating resistance switch ON.                                                                   |
|                                      |        | Not lit  | Terminating resistance switch OFF.                                                                  |

## 9 CS1W-DRM21-DEVICENET-YKSIKKÖ /3/

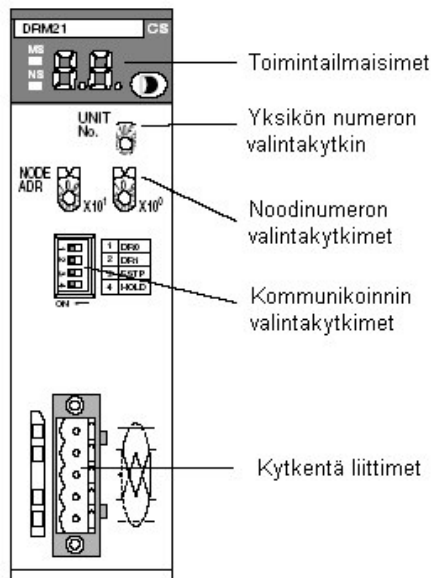
CS1W-DRM21-yksikkö on CS1-logiikkaan tarkoitettu DeviceNet-master-yksikkö.  
Haluttaessa se voi myös toimia slave-yksikkönä. Yksikkö on CPU-väyläyksikkö,  
ja niitä voidaan oletusasetuksilla asentaa kolme kappaletta yhteen logiikkaan.  
Konfigurointiohjelman käyttäminen asetuksien tekemiseen mahdollistaa 16 yksikön  
liittämisen yhteen logiikkaan.



### Yksikön käyttöönotto ja konfigurointi

Oletusasetuksiltaan yksikössä on master-toiminto käytössä. Aluksi asetellaan kaikki kytkinasettelut oikein (kuva 14):

- yksikön numero (erottaa saman kategorian yksiköt toisistaan)
- noodinumero (yleensä masterille annetaan arvo 63)
- kommunikointinopeus ja kommunikoinnin tila virhetilanteessa
  - o kytkimellä kolme valitaan pysähtykö tai jatkaako yksikkö kommunikointia virhetilanteessa.



**Kuva 14** CS1W-DRM21-yksikkö

Tämän jälkeen asetellaan järjestelmän neljästä slave-yksiköstä

- noodinumerot (sama noodinumero voi esiintyä vain kerran väylässä)
- kommunikointinopeus (asetetaan samaksi kuin masterilla).

Nyt luodaan jälleen I/O-taulu logiikkaan, minkä jälkeen kytketään ensin sähköt kommunikointipiirille, sitten slave-yksiköille ja viimeiseksi masterille. Toinen tapa on kytkeä sähköt samanaikaisesti kaikille laitteille. Nämä menetelmät takaavat sen, että master-yksikkö ei turhaan anna virhettä puuttuvista slave-yksiköistä tai kommunikointijännitteestä.

Yleensä jo näillä asetuksilla väylän kommunikointi lähtee toimimaan. Toimivuus pystytään varmistamaan sillä, että MS- ja NS-ledit loistavat vihreänä.

Oletusasetuksilla etä-I/O-muistialueet logiikassa jakautuvat seuraavasti:

- lähdöt: muistialue CIO, sanat 3200 - 3263
- tulot: muistialue CIO, sanat 3300 - 3363.

Yksikön eri konfiguroinnit tehdään CIO- ja DM-muistialueille. Oppaissa ensimmäinen CIO-alueen sana merkitään kirjaimella n ja DM-alueen sana kirjaimella m.

Muistialueet määräytyvät yksikön numeron mukaan seuraavasti:

- CIO-alueen ensimmäinen sana  $n = \text{CIO } 1500 + 25 * \text{yksikön numero}$
- DM-alueen ensimmäinen sana  $m = \text{D } 30000 + 100 * \text{yksikön numero}$ .

Esimerkiksi jos yksikön numeroksi asetetaan kaksi, saavat sanat n ja m arvot:

$$n = \text{CIO } 1500 + 25 * 2 = \text{CIO } 1550$$

$$m = \text{D } 30000 + 100 * 2 = \text{D } 30200.$$

Kun oppaissa puhutaan esim. sanasta n+3, niin on se edellisen esimerkin mukaan  $n+3 = \text{CIO } 1550 + 3 = \text{CIO } 1553$ .

### Scan List-toiminto

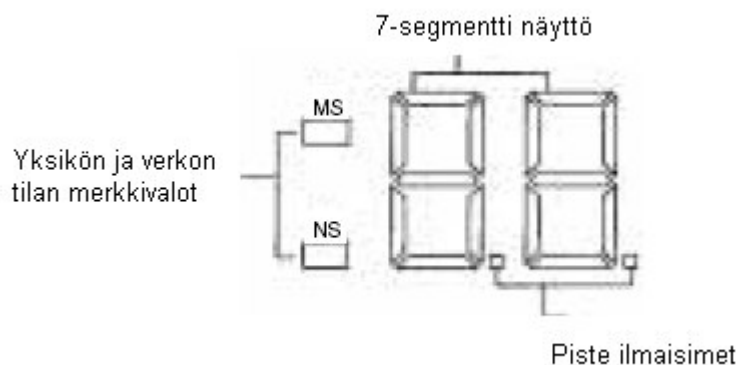
Scan list on syytä konfiguroida käyttöön silloin, kun väylään ei ole kytketty enimmäismäärää slave-noodeja (63 kpl). Oletusasetuksilla master yrittää kommunikoida joka syklillä jokaiseen näistä 63:stä slave-noodista. Tämä aiheuttaa turhaa hitautta kommunikointiin, jos käytössä on vain muutama slave-yksikkö (noodi). Scan List-luetteloon listautuu ainoastaan ne noodit, joihin halutaan kommunikoida. Tämän avulla pystytään sykliäikää pienentämään monikertaisesti, sillä master kommunikoi ainoastaan luetteloon rekisteröityihin noodeihin. Scan List määrittellään käyttöön sanan n bitillä 00 eli kun bitti n.00 ohjataan ON-tilaan logikan ollessa program-moodissa, on Scan List käytössä. Bitin n.00 ohjautuessa ON-tilaan, rekisteröi master automaattisesti kaikki ne noodit Scan List -luetteloon joihin se pystyy sillä hetkellä kommunikoimaan. Scan List -toimintoon

rekisteröidyt noodit nähdään sanoista n+16...n+19 (kuva 15). Kun noodia vastaava bitti on ON-tilassa, on se rekisteröity Scan Listiin.

|      | BIT15 | BIT14 | BIT13 | BIT12 | BIT11 | BIT10 | BIT09 | BIT08 | BIT07 | BIT06 | BIT05 | BIT04 | BIT03 | BIT02 | BIT01 | BIT00 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| n+16 | 15    | 14    | 13    | 12    | 11    | 10    | 09    | 08    | 07    | 06    | 05    | 04    | 03    | 02    | 01    | 00    |
| n+17 | 31    | 30    | 29    | 28    | 27    | 26    | 25    | 24    | 23    | 22    | 21    | 20    | 19    | 18    | 17    | 16    |
| n+18 | 47    | 46    | 45    | 44    | 43    | 42    | 41    | 40    | 39    | 38    | 37    | 36    | 35    | 34    | 33    | 32    |
| n+19 | 63    | 62    | 61    | 60    | 59    | 58    | 57    | 56    | 55    | 54    | 53    | 52    | 51    | 50    | 49    | 48    |

**Kuva 15** Scan List -luetteloon rekisteröidyt noodit /3/

CS1W-DRM21-yksikön näyttö ja toimintailmaisimet on esitetty tarkemmin kuvassa 16. MS-ledi indikoi itse yksikön tilaa ja NS-ledi väylän tilaa. Kun etä-I/O-kommunikointi toimii normaalisti, ilmaisee 7-segmenttinäyttö oman yksikkönsä noodinumeron. Kommunikoinnin ollessa pysähdyksissä vilkuttaa näyttö omaa noodinumeroaan. Vikatilanteessa näyttö toimii vikaindikaattorina, toisin sanoen se ilmaisee virhekoodin ja häiriötilanteessa olevan noodin numeron.



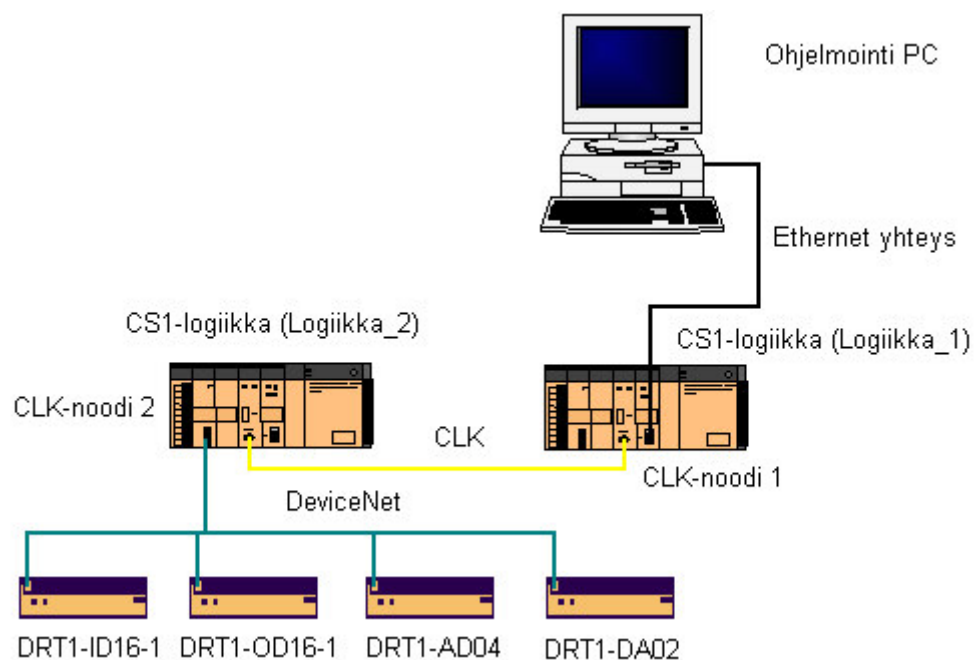
**Kuva 16** CS1W-DRM21 yksikön näyttö ja toimintailmaisimet

Vasemman puoleinen piste loistaa, kun Scan List -toimintoa ei ole luotu, ja on pimeänä, kun lista on luotu. Oikean puoleinen piste ilmaisee slave-toimintoa: piste loistaa, kun master ei havaitse slave toimintaa, ja on pimeänä, kun slave-noodit toimivat normaalisti.

## 10 LOGIIKKAJÄRJESTELMÄN ESIMERKKIOHJELMOINTI

Automaatiolaboratorioon rakennettava logiikkajärjestelmässä on siis kaksi CS1-logiikkaa (kuva 17). Ensimmäiseen logiikkaan liitetään CS1W-ETN11-Ethernet-yksikkö ja CS1W-CLK21-Controller Link-yksikkö. Tämä logiikka on tarkoitus liittää Ethernet-kortin kautta laboratorion lähiverkkoon. Näin logiikkaan pystytään saamaan yhteys kaikilta lähiverkon tietokoneilta.

Toiseen logiikkaan asennetaan ControllerLink-yksikkö ja CS1W-DRM21-DeviceNet-yksikkö. ControllerLink-väylällä saadaan liitettyä logiikat toisiinsa ja myös ohjelmoitua toista logiikkaa lähiverkon tietokoneilla ensimmäisen logiikan ”läpi”. DeviceNet-väylään asennetaan vielä binäärituloyksikkö DRT1-ID16-1, binäärilähtöyksikkö DRT1-OD16-1, analogituloyksikkö DRT1-AD04 ja analogilähtöyksikkö DRT1-DA02.



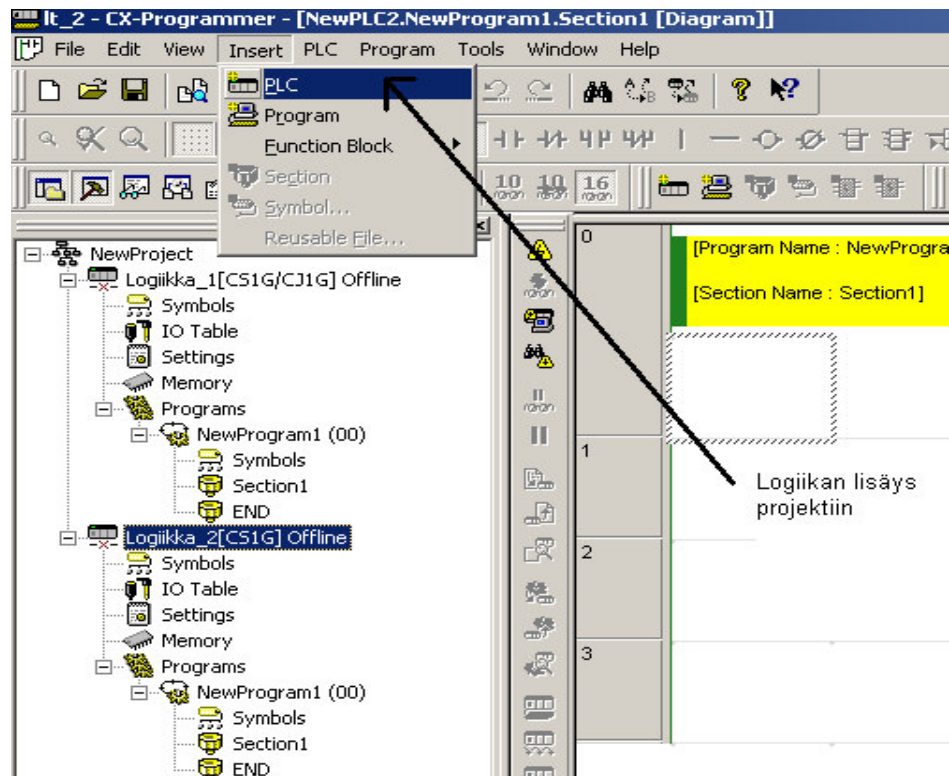
**Kuva 17** Automaatiolaboratorion logiikkajärjestelmä

## 10.1 Järjestelmän alkuasetukset ja konfigurointi

Aluksi tehdään jokaiselle kortille edellisissä luvuissa esitetyt alkuasettelut ja konfiguroinnit. Ensimmäiseksi tehdään kytkinasettelut jokaiselle kortille ja asennetaan kaikki kortit yhtä aikaa logiikoihin. Näin I/O-taulua ei tarvitse turhaan luoda jokaisen kortin asennuksen yhteydessä, vaan se luodaan vain kerran. Varmistetaan vielä, että samojen väylien kaikille noodeille on asetettu sama kommunikointinopeus.

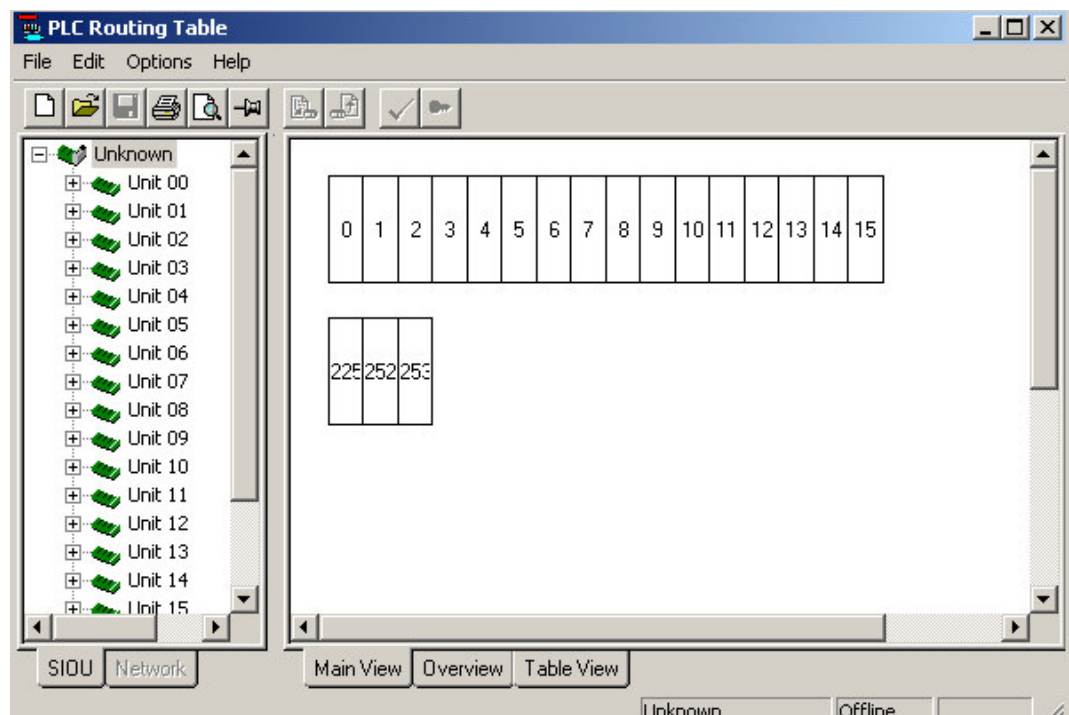
Koska järjestelmässä on kolmea eri tyyppiä olevaa verkkoa ja molemmissa logiikoissa on enemmän kuin yksi CPU-väyläkortti, joudutaan määrittelemään logiikoille reititystaulut (routing table). Muuten logiikat eivät osaisi kommunikoida eri verkkojen välillä.

Lisätään CX-Programmer projektiin toinen logiikka Insert-valikon kohdasta PLC. Näin molemmat logiikat ovat esillä samassa projektissa (kuva 18) ja molempia logiikoita on nyt mahdollista myös ohjelmoida samasta projektista.



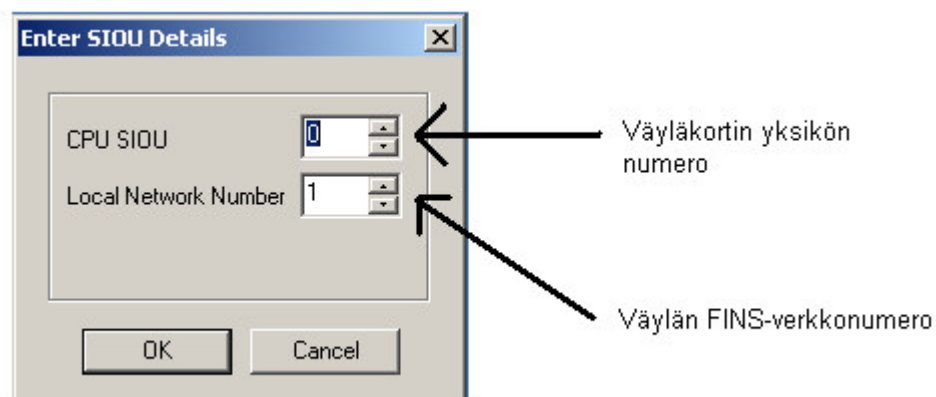
**Kuva 18** Logiikan lisäys projektiin ja näkymä lisäämisen jälkeen

Kun I/O-taulut on määritelty logiikoille, avataan Tools-valikosta Network Configuration Tool -ikkuna. Avautuneesta ikkunasta otetaan yhteys haluttuun logiikkaan ja valitaan Routing Table Setup. Nyt avautuu reititystaulun määrittelyikkuna (kuva 19). Esimerkeissä Ethernet FINS-verkon numeroksi on annettu yksi, ControllerLink-verkolle kaksi ja DeviceNet-verkolle kolme.

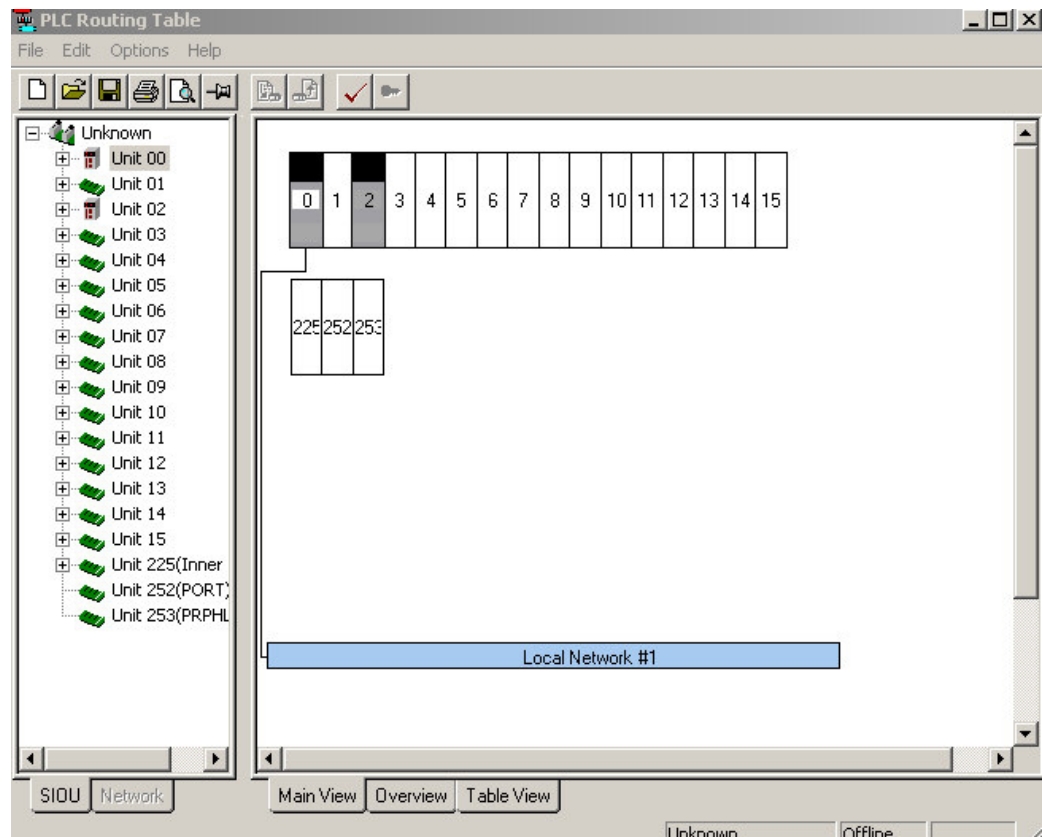


**Kuva 19** Routing Table -ikkuna

Edit valikosta lisätään väyläkortit (ADD SIOU) reititystauluun (kuvat 20 ja 21).

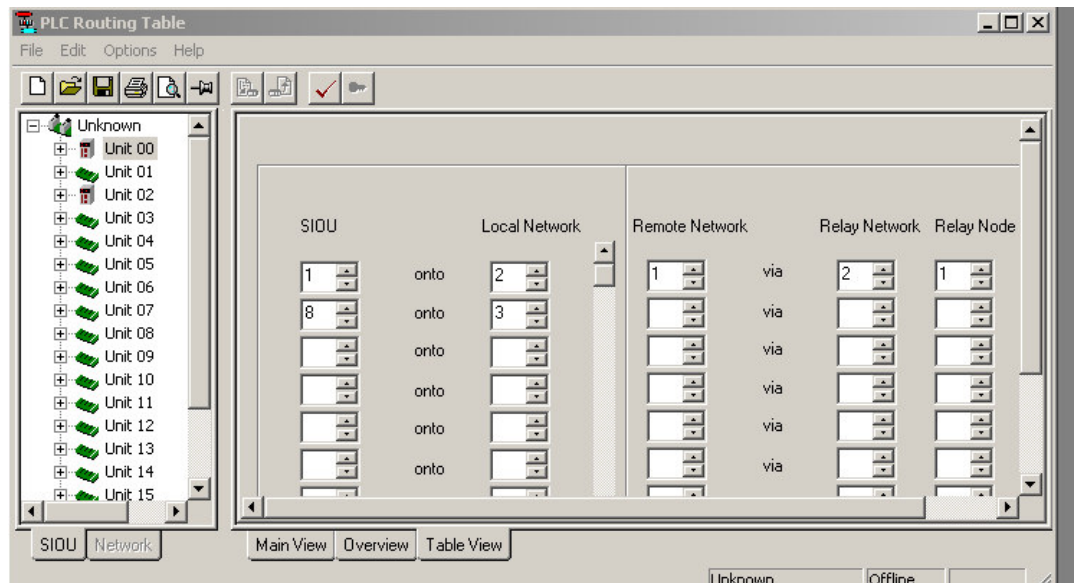


**Kuva 20** Väyläkortin ja verkon lisääminen reititystauluun



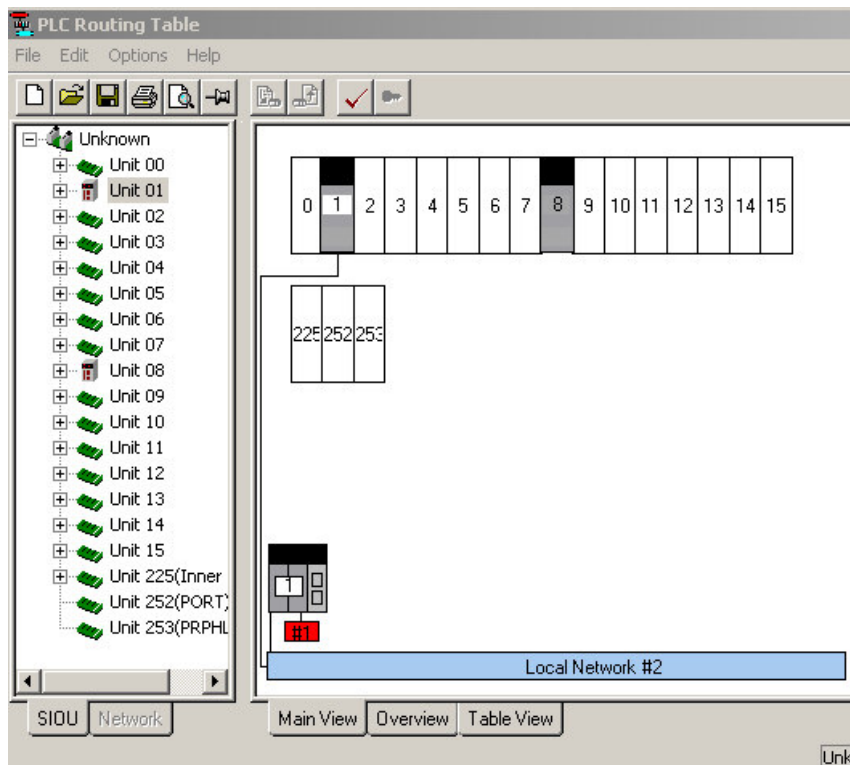
**Kuva 21** Main View -ikkunan näkymä, kun reititys tauluun on lisätty Ethernet- (yksikkönumero 0, verkkonumero 1) ja ControllerLink-kortit (yksikkönumero 2 ja verkkonumero 2)

Kun reititystaulu on valmis, ladataan se logiikkaan valitsemalla Options-valikosta Transfer to PLC ja tämän jälkeen tallennetaan taulu. Luodaan samalla menetelmällä reititystaulu myös Logiikka\_2:lle. Tosin nyt joudutaan lisäämään linkki verkko kahdesta (ControllerLink) verkko yhteen (Ethernet). Tämä lisäys tehdään Table View -välilehdellä (kuva 22). Vasemmalla puolella ikkunaa näkyy Logiikka\_2:een määritellyt verkot ja oikealla puolella määritellään, mihin verkkoon Logiikka\_1:ssä halutaan kommunikoida ja minkä noodin kautta tämä tapahtuu. Esimerkissä kommunikoidaan verkkoon yksi verkon kaksi noodin yksi kautta (Logiikka\_1:n ControllerLink-kortti).



**Kuva 22** Table View -välilehti

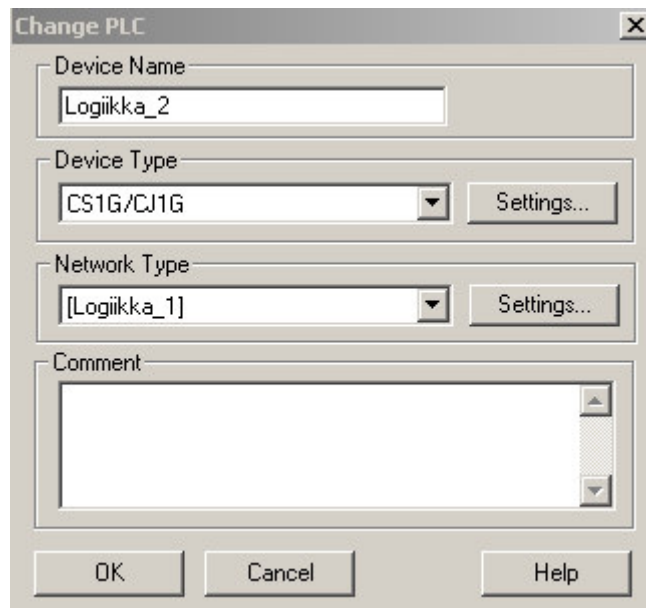
Asettelen jälkeen jälkeen on Main View -välilehdelle ilmestynyt linkki verkkoon yksi (kuva 23).



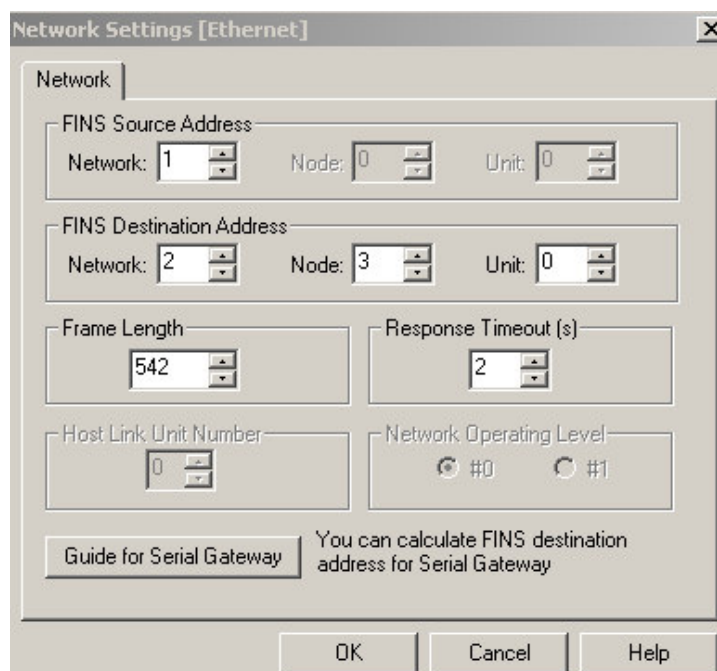
**Kuva 23** Main View -näkyvä linkin lisäämisen jälkeen



Ladataan vielä reititystaulu logiikkaan ja tallennetaan se. Näiden asetteluiden jälkeen pystytään ottamaan yhteys Logiikka\_2:een Logiikka\_1:n kautta. Logiikka\_2:n verkkotyyppiä määritellään nyt Logiikka\_1 (kuva 24) ja FINS-lähdeverkoksi verkko yksi sekä FINS-kohdeverkoksi verkko kaksi ja noodinumeroksi kolme (kuva 25).



**Kuva 24** Verkkotyypin määrittäminen



**Kuva 25** Network Settings -ikkunan määrittäykset

## 10.2 Esimerkkiohjelma

Esimerkkiohjelma perustuu jo esiteltyyn järjestelmän rakennekuvaan. Logiikka\_1:n ControllerLink-noodi on yksi ja Logiikka\_2:n noodi on kaksi. ControllerLink FINS-verkkonumero on kaksi. Logiikka\_2:n DeviceNet-noodinumerot on asetettu seuraavasti (taulukko 4):

**Taulukko 4** DeviceNet-noodinumerot

| Yksikkö     | DeviceNet-noodinumero | Noodin tulo-/lähtösanat CIO-alueella |
|-------------|-----------------------|--------------------------------------|
| CS1W-DRM21  | 63                    | -                                    |
| DRT1-ID16-1 | 15                    | 3315                                 |
| DRT1-OD16-1 | 20                    | 3220                                 |
| DRT1-AD04   | 5                     | 3305-3308                            |
| DRT1-DA02   | 0                     | 3200-3201                            |

Ohjelmassa on käytetty SEND- ja RECV-käskyjä ControllerLink-kommunikointiin logiikoiden välillä. RECV-käskyllä luetaan dataa toisesta logiikasta ja SEND-käskyllä kirjoitetaan dataa toiseen logiikkaan. Käskyt koostuvat kolmesta eri operandista (taulukko 5). /4;5/

**Taulukko 5** RECV- ja SEND-käskyt

| RECV (98) | SEND (90) |
|-----------|-----------|
| S         | S         |
| D         | D         |
| C         | C         |

Eri operandeilla on seuraavat merkitykset:

- S-parametri
  - RECV-käsky: luettavan datan ensimmäinen sana etänoodilla
  - SEND-käsky: kirjoitettavan datan ensimmäinen sana paikallisella noodilla.

- D-parametri
  - RECV-käsky: ensimmäinen sana paikallisella noodilla mihin data luetaan
  - SEND-käsky: ensimmäinen sana etänoodilla mihin data kirjoitetaan.
  
- C = ensimmäinen sana ohjausdatalle. Se jakautuu yhteensä viiteen sanaan
  - sana C = luettavien (RECV-käskyllä) / kirjoitettavien (SEND-käskyllä) sanojen lukumäärä
  - sana C+1 = 00XX, jossa XX = kohteen verkkonumero
  - sana C+2 = XX00, jossa XX = kohteen noodinumero
  - sana C+3 = 0X00, jossa X = porttinumero 0-7. Porttinumerolla erotetaan logiikan eri RECV- ja SEND-käskyt toisistaan. Kerralla voidaan suorittaa vain yksi komento samaan porttiin
  - sana C+4 = Vastauksen monitorointiaika, arvo 0000 = 2s. /4;5/

Ohjelma on tehty niin, että analogilähtöyksiköstä on johdotettava kanava nolla analogituloyksikön kanavaan nolla. Tällä tavoin voidaan helposti havainnollistaa, kuinka logiikasta pystytään ohjaamaan ja lukemaan toisen logiikan DeviceNet-väylään kytkettyjä analogiyksiköjä. Analogilähtöyksikön kanavaan 1 voidaan kytkeä yleismittari havainnollistamaan, kuinka lähtösignaali kasvaa 10 ms:n syklillä. Ohjelma ja sen toimintaselvitykset on kokonaisuudessaan esitelty liitteinä olevissa tulostuksissa.

## 11 YHTEENVETO

Automaatiolaboratorioon tulevalle logiikkajärjestelmällä pystytään mielestäni havainnollistamaan oppilaille logiikkaväylien ominaisuudet ja niiden hyödyt nykYTEOLLISUUDESSA. Esimerkkiohjelma on rakennettu niin, että siitä selviää eri logiikkaväylien perustarkoitukset helposti.

Hankkimalla vielä kosketusnäytön käyttöpäätteeksi järjestelmään ja liittämällä sen samaan lähiverkkoon tietokoneiden ja logiikkaan kanssa, saataisiin mielestäni vielä havainnollisempi opetusväline. Käyttöpäätteelle pystyttäisiin rakentamaan erilaisia mittarinäyttöjä ja ohjauspainikkeita logiikalle. Tämä tekisi logiikkaväylien opiskelusta entistä käytännönläheisempää.

Käyttöpäätteen lisääminen jälkeen mahdollisesta laboratoriotyöstä tulisi kuitenkin oman kokemukseni mukaan jo liian laaja opiskeltavaksi yhdelle laboratoriotyöaiheelle varatulla tuntimäärällä. Ongelma olisi ratkaistavissa jakamalla työ kahteen laboratoriotyöaiheeseen, joista ensimmäisellä kerralla opiskeltaisiin käyttöpäätteen ohjelmointi ja ominaisuudet ja toisella kerralla opiskeltaisiin logiikkaväylien käyttö.

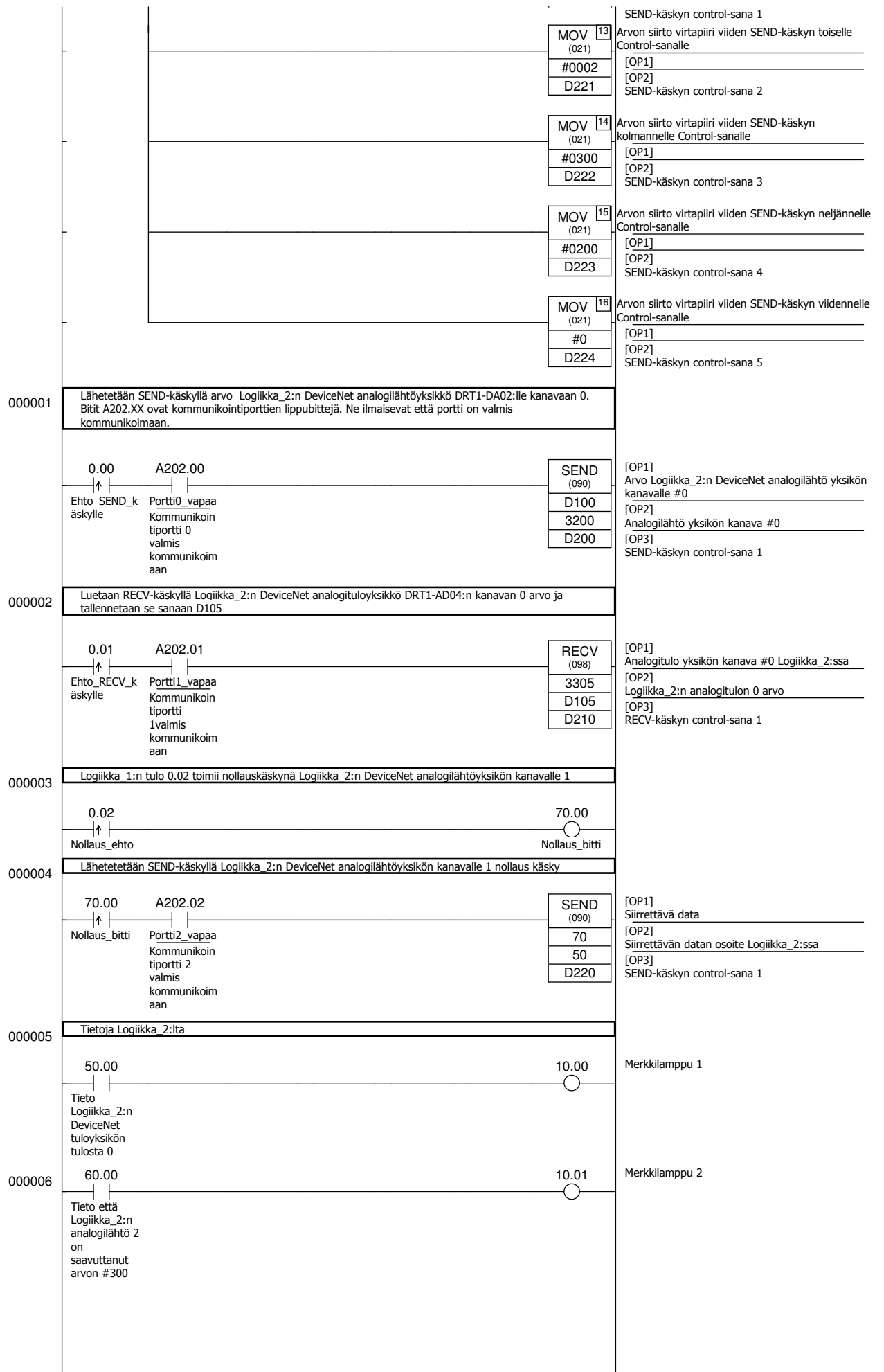
Tällä menetelmällä pystyttäisiin mielestäni tuomaan vielä konkreettisemmin esille logiikkaväylien käyttötarkoitus.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

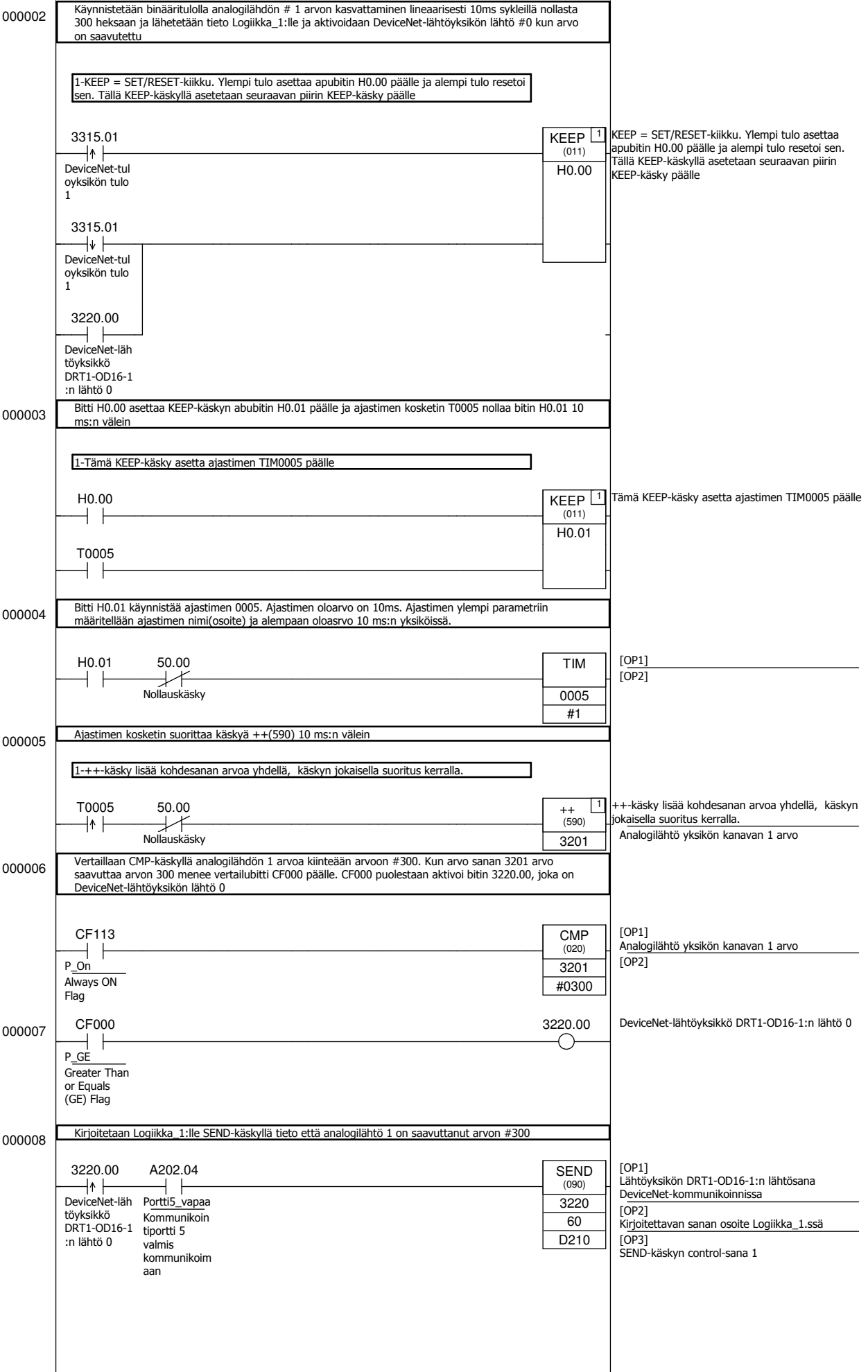
- 1 Omron, Sysmac CS/CJ Series Ethernet Units Operation Manual (CatNo.W343-E1- 3).
- 2 Omron, Sysmac ControllerLink Units Operation Manual (Cat. No. W390- E1-5).
- 3 Omron, Sysmac CS1W-DRM21/CJ1W-DRM21 DeviceNet Units operation Manual (Cat. No. W380-E1-2).
- 4 Omron, DeviceNet catalog (Cat. No. Q102-E1-08)
- 5 Omron, Sysmac CS/CJ Series Intruction Reference Manual (Cat. No. W340-E1-09)
- 6 Omron, Sysmac CS/CJ Series Programming Manual (Cat. No. W394-E1-05)

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 000000 | [Program Name : Esimerkkiohjelma_1]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        | [Section Name : Esimerkkiohj_Logiikka_1]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        | Ohjelman ensimmäisellä kiertosyklillä asetellaan send ja recv käskyjen controlwordin sisältö sekä nollataan analogilähdön arvo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        | <div>1-MOV-käskyllä siirretään arvo 0 ensimmäisellä ohjelmankierrolla sanaan D100, eli nollataan Logiikka_2:n analogilähtö<br/>2-Siirretään MOV-käskyllä arvo virtapiiri yhden SEND käskyn ensimmäiselle Control-sanalle<br/>3-Arvon siirto SEND-käskyn toiselle Control-sanalle<br/>4-Arvon siirto SEND -käskyn kolmannelle Control-sanalle<br/>5-Arvon siirto SEND_käskyn neljännelle Control-sanalle<br/>6-Arvon siirto RECV-käskyn ensimmäiselle Control-sanalle<br/>7-Arvon siirto RECV-käskyn toiselle Control-sanalle<br/>8-Arvon siirto RECV-käskyn kolmannelle Control-sanalle<br/>9-Arvon siirto RECV-käskyn neljännelle Control-sanalle<br/>10-Arvon siirto SEND-käskyn viidennelle Control-sanalle<br/>11-Arvon siirto RECV-käskyn viidennelle Control-sanalle<br/>12-Arvon siirto virtapiiri viiden SEND-käskyn ensimmäiselle Control-sanalle<br/>13-Arvon siirto virtapiiri viiden SEND-käskyn toiselle Control-sanalle<br/>14-Arvon siirto virtapiiri viiden SEND-käskyn kolmannelle Control-sanalle<br/>15-Arvon siirto virtapiiri viiden SEND-käskyn neljännelle Control-sanalle<br/>16-Arvon siirto virtapiiri viiden SEND-käskyn viidennelle Control-sanalle</div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        | A200.11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        | P_First_Cycle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        | First Cycle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        | Flag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0</div><div>D100</div></div> <div>MOV-käskyllä siirretään arvo 0 ensimmäisellä ohjelmankierrolla sanaan D100, eli nollataan Logiikka_2:n analogilähtö</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>Arvo Logiikka_2:n DeviceNet analogilähtö yksikön kanavalle #0</div> |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#1</div><div>D200</div></div> <div>Siirretään MOV-käskyllä arvo virtapiiri yhden SEND käskyn ensimmäiselle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>SEND-käskyn control-sana 1</div>                                                                |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0002</div><div>D201</div></div> <div>Arvon siirto SEND-käskyn toiselle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>SEND-käskyn control-sana 2</div>                                                                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0300</div><div>D202</div></div> <div>Arvon siirto SEND -käskyn kolmannelle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>SEND-käskyn control-sana 3</div>                                                                                               |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0</div><div>D203</div></div> <div>Arvon siirto SEND_käskyn neljännelle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>SEND-käskyn control-sana 4</div>                                                                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0001</div><div>D210</div></div> <div>Arvon siirto RECV-käskyn ensimmäiselle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>RECV-käskyn control-sana 1</div>                                                                                              |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0002</div><div>D211</div></div> <div>Arvon siirto RECV-käskyn toiselle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>RECV-käskyn control-sana 2</div>                                                                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0300</div><div>D212</div></div> <div>Arvon siirto RECV-käskyn kolmannelle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>RECV-käskyn control-sana 3</div>                                                                                                |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0100</div><div>D213</div></div> <div>Arvon siirto RECV-käskyn neljännelle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>RECV-käskyn control-sana 4</div>                                                                                                |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0</div><div>D204</div></div> <div>Arvon siirto SEND-käskyn viidennelle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>SEND-käskyn control-sana 5</div>                                                                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0</div><div>D214</div></div> <div>Arvon siirto RECV-käskyn viidennelle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div> <div>RECV-käskyn control-sana 5</div>                                                                                                   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>MOV</div><div>(021)</div><div>#0001</div><div>D220</div></div> <div>Arvon siirto virtapiiri viiden SEND-käskyn ensimmäiselle Control-sanalle</div> <div>[OP1]</div> <div>[OP2]</div>                                                                                                                  |



|        |                                                                                                     |                                                                |                            |                                          |                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 000000 | [Program Name : Esimerkkiohjelma_2]                                                                 |                                                                |                            |                                          |                                                               |
|        | [Section Name : Esimerkkiohj_Logiikka_2]                                                            |                                                                |                            |                                          |                                                               |
|        | Alustetaan ensimmäisellä ohjelmakierrolla SEND ja RECV käskyt kuten Logiikka_1:lle                  |                                                                |                            |                                          |                                                               |
|        | A200.11                                                                                             |                                                                |                            | MOV                                      | [OP1]                                                         |
|        | P_First_Cycle<br>First Cycle<br>Flag                                                                |                                                                |                            | (021)                                    | [OP2]                                                         |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | #1                                       | SEND-käskyn control-sana 1                                    |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | D200                                     |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | MOV                                      | [OP1]                                                         |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | (021)                                    | [OP2]                                                         |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | #0002                                    | SEND-käskyn control-sana 2                                    |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | D201                                     |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | MOV                                      | [OP1]                                                         |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | (021)                                    | [OP2]                                                         |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | #0100                                    | SEND-käskyn control-sana 3                                    |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | D202                                     |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | MOV                                      | [OP1]                                                         |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | (021)                                    | [OP2]                                                         |
|        |                                                                                                     |                                                                | #0300                      | SEND-käskyn control-sana 4               |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                | D203                       |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                | MOV                        | [OP1]                                    |                                                               |
|        |                                                                                                     | (021)                                                          | [OP2]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | #0001                                                          | SEND-käskyn control-sana 1 |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | D210                                                           |                            |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | MOV                                                            | [OP1]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | (021)                                                          | [OP2]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | #0002                                                          | SEND-käskyn control-sana 2 |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | D211                                                           |                            |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | MOV                                                            | [OP1]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | (021)                                                          | [OP2]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | #0100                                                          | SEND-käskyn control-sana 3 |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | D212                                                           |                            |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | MOV                                                            | [OP1]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | (021)                                                          | [OP2]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | #0400                                                          | SEND-käskyn control-sana 4 |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | D213                                                           |                            |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | MOV                                                            | [OP1]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | (021)                                                          | [OP2]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | #0                                                             | SEND-käskyn control-sana 5 |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | D204                                                           |                            |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | MOV                                                            | [OP1]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | (021)                                                          | [OP2]                      |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | #0                                                             | SEND-käskyn control-sana 5 |                                          |                                                               |
|        |                                                                                                     | D214                                                           |                            |                                          |                                                               |
| 000001 | Lähetetään SEND-käskyllä DeviceNet-binaarituloyksikökö DRT1-ID16-1:n tulosta 0 tieto Logiikka_1:lle |                                                                |                            |                                          |                                                               |
|        | 3315.00      A202.03                                                                                |                                                                |                            | SEND                                     | [OP1]                                                         |
|        | DeviceNet-tuloyksikön tulo 0                                                                        | Portti4_vapaa<br>Kommunikointiportti 4 valmis kommunikointiaan |                            | (090)                                    | Tuloyksikön DRT1-ID16-1:n tulosana DeviceNet-kommunikoinnissa |
|        |                                                                                                     |                                                                | 3315                       | [OP2]                                    |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                | 50                         | Siirrettävän datan osoite Logiikka_1:ssä |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                | D200                       | [OP3]                                    |                                                               |
|        |                                                                                                     |                                                                |                            | SEND-käskyn control-sana 1               |                                                               |





|        |                                                 |       |                                     |
|--------|-------------------------------------------------|-------|-------------------------------------|
| 000009 | Nollaus käsky analogilähdölle #1 Logiikka 1:stä |       |                                     |
|        | 50.00                                           | MOV   | [OP1]                               |
|        |                                                 | (021) | [OP2]                               |
|        | Nollauskäsky                                    | #0    | Analogilähtö yksikön kanavan 1 arvo |
|        |                                                 | 3201  |                                     |